

***IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE***

Applicant: Matthias SLODOWSKI  
Title: APPARATUS AND METHOD FOR THIN-LAYER  
METROLOGY  
Appl. No.: Unassigned  
Filing Date: 02/13/2004  
Examiner: Unassigned  
Art Unit: Unassigned

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

- FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY Patent Application No. 103 08 258.1 filed 02/25/2003.

Respectfully submitted,

Date February 13, 2004

FOLEY & LARDNER  
Customer Number: 22428  
Telephone: (202) 672-5426  
Facsimile: (202) 672-5399

By \_\_\_\_\_



Glenn Law  
Attorney for Applicant  
Registration No. 34,371

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

---



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 08 258.1

**Anmeldetag:** 25. Februar 2003

**Anmelder/Inhaber:** Leica Microsystems Jena GmbH, Jena/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung und Verfahren zur Dünnschichtmetrologie

**IPC:** H 01 L 21/66

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 4. November 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A large, stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to the President of the German Patent and Trademark Office.

### Vorrichtung und Verfahren zur Dünnschichtmetrologie

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Dünnschichtmetrologie. Im besonderen betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Dünnschichtmetrologie auf Halbleitersubstraten, wobei die Vorrichtung aus mindestens einem

5 Kassettenelement für Halbleitersubstrate und einer ersten Messeinheit für die Mikro-Dünnschichtmetrologie besteht. Hinzu kommt, dass zwischen dem Kassettenelement für die Halbleitersubstrate und der Messeinheit für die Mikro-Dünnschichtmetrologie ein Transportmechanismus vorgesehen ist.

Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Dünnschichtmetrologie.

- 10 Die Patentschrift DE 100 53 232 offenbart ein Substratzuführmodul für eine Arbeitsstation. Aus dem Substratzuführmodul werden Halbleitersubstrate an die Arbeitsstation zu weiteren Untersuchung übergeben. In der Arbeitsstation werden z. B. mikroskopische Untersuchungen an dem Halbleitersubstrat durchgeführt. Das System aus Substratzuführmodul und Arbeitsstation ist
- 15 besonders flexibel, da das Substratzuführmodul an beliebigen Seiten der Arbeitsstation angebaut werden kann. Die in der Patentschrift beschriebene Vorrichtung hat jedoch den entscheidenden Nachteil, dass in der Arbeitsstation nur ein bestimmter Arbeitsvorgang, wie z. B. eine Makroinspektion oder Mikroinspektion, durchgeführt werden kann. Sollen
- 20 mehr als eine Untersuchung mit der Arbeitsstation durchgeführt werden, erfordert dies ein zusätzliches Gerät, was die Grundfläche bzw. Aufstellfläche der gesamten Vorrichtung in einer Halbleiterfertigungsstätte erhöht.

- Bei der Herstellung von Halbleiter-Wafern werden zwischen bestimmten Herstellungsschritten die Substrate in Kassetten unterschiedlicher Art zu
- 25 verschiedenen Arbeitsstationen transportiert und müssen dort in die jeweilige

Arbeitsstation eingeführt werden. Der Transport kann manuell oder automatisch erfolgen.

Jede der Arbeitsstationen dient unterschiedlichen Zwecken für die Behandlung der Substrate, wie die Inspektion, Messung oder Bearbeitung der Substrate. Bei der Inspektion der Substrate unterscheidet man zwischen einer Makroinspektion und einer Mikroinspektion. Hier erfolgt insbesondere die Inspektion hinsichtlich unerwünschter Partikel auf den Substraten oder auf Fehler in den Strukturen oder auf der Oberfläche der Substrate. Die Inspektion kann durch den Benutzer selbst oder automatisch mit Hilfe einer elektronischen Kamera erfolgen. Beispielsweise können die unerwünschten Partikel oder Strukturfehler automatisch erkannt und klassifiziert werden (Defektanalyse). Zudem können die breiten Abstände oder Dicken der Strukturen vermessen werden (CD-Analyse, Schichtdickenanalyse). Für diese Anwendung der Inspektion und Vermessung werden in solchen Arbeitsstationen wegen der Kleinheit der untersuchten Objekte auf dem Substrat meist Mikroskope verwendet. Die Makroinspektion erfolgt in einer getrennten Arbeitsstation. Bei der Makroinspektion können schnell makroskopische Defekte, wie Kratzer, Lackfehler oder Schmutzpartikel oder andere makroskopische Inhomogenitäten, wie die schwankende Dicke dünner auf dem Halbleitersubstrat aufgebracht Schichten erkannt werden. Diese Defekte können so für eine genauere Inspektion einer Mikroinspektion zugeführt werden.


Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Dünnschichtmetrologie zu schaffen, die sowohl Makro- als auch Mikrometrologie in einer Vorrichtung vereint.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.


Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Dünnschichtmetrologie zu schaffen, das eine effiziente und sichere Bearbeitung der Halbleitersubstrate ermöglicht, ohne dabei die Aufstellfläche der gesamten Vorrichtung zu erhöhen.

Die obige Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren, das die Merkmale des Anspruchs 9 umfasst.

- 5 Dünne Schichten werden gegenwärtig unter anderem durch optisch basierte Verfahren vermessen. Eingesetzt werden unter anderem die Verfahren der spektroskopischen Photometrie (Reflektometrie), der spektroskopischen Ellipsometrie sowie Ein- oder Mehrwellenlängen-Ellipsometrie oder eine Kombination aus mehreren der vorstehend genannten Verfahren. Die Eigenschaften der dünnen Schicht werden dabei aus den Eigenschaften eines an der Probe reflektierten Lichtstrahls ermittelt.

- 
- 10 Bei der Mehrzahl der eingesetzten Systeme wird die Strahlung durch fokussierende Abbildung auf die Wafer-Oberfläche gerichtet. Der auf die Wafer-Oberfläche abgebildete Messfleck hat dabei eine Größe im Bereich von einigen Mikrometern, z.B. 10  $\mu\text{m}$ . Die Fokussierung des Messstrahls in einen mikroskopischen Bereich wird verwendet, um auf Flächen homogenen
- 15 Materials in kleinen Strukturen strukturierter Wafer-Oberflächen messen zu können.

- Der Vorteil dieser mikroskopisch lokal messenden Systeme besteht darin, dass in den kleinen Strukturen eine lokal definierte homogene Materialfläche zum Messsignal beiträgt und die Messung damit eindeutig die Eigenschaften
- 20 einer lokal definierten Struktur wiedergibt.

- 
- Der Nachteil besteht darin, dass aus Gründen der Messzeit nur einige wenige Flächen auf einem Wafer und nur einige wenige Wafer einer Wafer-Kassette oder eines Substratzuführmoduls gemessen werden können. Von den Spezifikationen abweichende Eigenschaften der dünnen Schicht in anderen
- 25 als den stichprobenartig verteilten Messflächen oder Wafern können so nicht ermittelt werden. Insbesondere für die moderne Prozesskontrolle hoher Technologieniveaus (Advanced Process Control, APC) ist aber die lückenlose Überwachung der Prozessschritte durch Metrologie von möglichst allen Wafern sowie der gesamten Waferoberfläche wünschenswert. Außerdem
- 30 bedürfen mikroskopische Systeme einer recht aufwendigen Automatisierung, da die mikroskopisch kleinen Messfelder genau zum fokussierten Strahl

(Lichtstrahl) positioniert werden müssen, wie zentrische und rotatorische Vorausrichtung des Wafers mit nachfolgender Feinausrichtung durch automatische Bilderkennung und Koordinatentransformation.

- 5 Eine andere Art von Meßsystemen fokussiert die Strahlung nicht in einen kleinen Bereich, sondern erzeugt über einen größeren, makroskopischen Bereich verteilte Messsignale. Solche Systeme werden auch als Wafer-Imaging-Systeme oder Wafer-Scanner bezeichnet. Der Vorteil dieser Systeme ist die Messsignalgewinnung aus einem wesentlich größeren Wafer-Bereich in wesentlich geringerer Zeit. Der Nachteil besteht in der geringeren
- 10 Messgenauigkeit sowie der möglicherweise eintretenden Mittelung der gemessenen Eigenschaften über verschiedene Materialflächen.

- Es ist besonders vorteilhaft, wenn die Vorrichtung zur Dünnschichtmetrologie von Halbleitersubstraten aus mindestens einem Kassettenelement für die Halbleitersubstrate und einer ersten Messeinheit für die Mikro-
- 15 Dünnschichtmetrologie besteht. Zwischen dem Kassettenelement für die Halbleitersubstrate und der Messeinheit für die Mikro-Dünnschichtmetrologie ist ein Transportmechanismus vorgesehen. Hinzu kommt, dass im Bereich des Transportmechanismus nach dem Kassettenelement und vor der Messeinheit für die Mikro-Dünnschichtmetrologie eine Messeinheit für die
- 20 Makro-Dünnschichtmetrologie vorgesehen ist.

Die gesamte Vorrichtung für die Dünnschichtmetrologie von Halbleitersubstraten ist von einem Gehäuse umschlossen, wobei das Gehäuse eine Grundfläche definiert.

- Es ist von außerordentlichem Vorteil, dass die Messeinheit für die Mikro-
- 25 Dünnschichtmetrologie und Messeinheit für die Makro-Dünnschichtmetrologie derart im Gehäuse der Vorrichtung angeordnet ist, dass die Grundfläche nicht größer ist als die Grundfläche einer Vorrichtung für die Dünnschichtmetrologie, die lediglich eine Messeinheit für die Mikro-Dünnschichtmetrologie enthält.

Die Messeinheit für die Mikro-Dünnschichtmetrologie umfasst ein Mikro-Photometer und/oder ein Mikro-Ellipsometer.

Die Messeinheit für die Makro-Dünnschichtmetrologie umfasst ein Makro-Photometer.

- 5 In der Vorrichtung für die Dünnschichtmetrologie sind die Halbleitersubstrate mit dem Feeder zur Zuführung in die Messeinheit für die Dünnschichtmetrologie transportierbar. Auf dem Weg vom Kassettenelement zur Messeinheit für die Mikro-Dünnschichtmetrologie werden die Halbleitersubstrate unter der Messeinheit für die Makro-
- 10 Dünnschichtmetrologie entlanggeführt. Hierbei werden die entsprechenden Messwerte aufgenommen.

- Das erfindungsgemäße Verfahren bietet ebenfalls zahlreiche Vorteile. Zunächst werden die Halbleitersubstrate aus mindestens einem Kassettenelement zu einer Messeinheit für die Mikro-Dünnschichtmetrologie
- 15 transportiert. Hierbei werden die Halbleitersubstrate an bzw. unter der Messeinheit für die Makro-Dünnschichtmetrologie entlanggeführt. Beim Entlangführen der Halbleitersubstrate unter der Messeinheit für die Makro-Dünnschichtmetrologie werden auf den Halbleitersubstraten Messorte bestimmt, die auf Fehler hindeuten und näher untersucht werden müssen. Die
- 20 Positionen der ermittelten Messorte werden an einen Computer übergeben. Befindet sich das entsprechende Halbleitersubstrat in der Messeinheit für die Mikro-Dünnschichtmetrologie, werden die von der Messeinheit für die Makro-Dünnschichtmetrologie ermittelten Messorte übergeben, damit die entsprechenden Messorte genauer inspiziert werden können. Das genauere
- 25 Inspizieren erfolgt entweder manuell durch den Benutzer mit einem Mikroskop, oder diese Messorte werden automatisch angefahren, so dass eine automatische Mikroinspektion erfolgen kann.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand schematisch dargestellt und wird anhand der Figuren nachfolgend beschrieben. Dabei zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht der Vorrichtung zur Dünnschichtmetrologie, wobei ein Einblick in das Innere der gesamten Vorrichtung möglich ist;
- 5 Fig. 2 eine Draufsicht auf die erfindungsgemäße Vorrichtung, wobei die wesentlichen Teile im Inneren der Vorrichtung schematisch dargestellt sind,
- Fig. 3 ein Halbleitersubstrat in der Draufsicht, das in die verschiedenen Dies unterteilt ist;
- 10 Fig. 4 ein Messergebnis an dem Halbleitersubstrat mit einer Messeinheit für die Makro-Dünnschichtmetrologie,
- Fig. 5 einen schematischen Vergleich zwischen einem konventionellen Messverfahren mit der Messeinheit für die Mikro-Dünnschichtmetrologie alleine und dem Verfahren, bei dem in einem Gehäuse die Messeinheit für die Mikro-Dünnschichtmetrologie mit der Messeinheit für die Makro-Dünnschichtmetrologie kombiniert ist, und
- 15 Fig. 6 eine Zuordnung eines in der Messeinheit für die Makro-Dünnschichtmetrologie bestimmten Messortes zu einem entsprechenden Messort in der Messeinheit für die Mikro-Dünnschichtmetrologie.
- 20

Fig. 1 zeigt eine perspektivische und schematische Ansicht der Vorrichtung 1 zur Dünnschichtmetrologie, die die spezifischen Vorteile des Verfahrens für die mikroskopische Untersuchung und des Verfahrens für die makroskopische Untersuchung in einem einzigen Messgerät kombiniert. Somit steht eine

25 qualitativ höherwertige Metrologielösung für den Anwender zur Verfügung. Die Darstellung zeigt die prinzipielle erfindungsgemäße Methodik an einem Gerät, wie es für die 200mm-Wafer-Metrologie typisch ist. Daraus ergeben sich jedoch keine Beschränkungen hinsichtlich anderer Geräteformen oder Anordnungsvarianten, insbesondere Geräte betreffend, die für die 300mm-

30 Wafer-Metrologie verwendet werden. Die im folgenden angeführten Teile des Gerätes gelten dann entsprechend. Die Vorrichtung 1 besteht aus einem



- Gehäuse 11, das eine Grundfläche 12 definiert. Dem Gehäuse 11 der Vorrichtung 1 ist mindestens ein Kassettenelement 3 zugeordnet. Über das Kassettenelement 3 werden Halbleitersubstrate in die Vorrichtung 1 eingeführt, um an den Halbleitersubstraten die entsprechenden Messungen bzw. Untersuchungen auszuführen. Das Gehäuse 11 der Vorrichtung 1 ist mit einem Display 13 versehen, über das der Benutzer Informationen und Daten über die verschiedenen Messvorgänge erhält. Ebenso ist am Gehäuse 11 ein Eingabemittel 14 vorgesehen, über das der Benutzer entsprechende Eingaben hinsichtlich des Verfahrensablaufs und der einzelnen Prozessschritte durchführen kann. Im Inneren umfasst die Vorrichtung 1 einen Computer 15, eine Messeinheit 5 für die Mikro-Dünnschichtmetrologie und mindestens eine Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie. Die Messeinheit 5 für die Mikro-Dünnschichtmetrologie ist im Wesentlichen im Bereich des Displays 13 und der Tastatur 14 angeordnet. Die mindestens eine Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie ist im Wesentlichen im Bereich zwischen dem Kassettenelement 3 und der Messeinheit 5 für die Mikro-Dünnschichtmetrologie vorgesehen. Die Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie ist zusammen mit der Messeinheit 5 für die Mikro-Dünnschichtmetrologie derart in der Vorrichtung 1 integriert, dass makroskopische Messungen auf den Halbleitersubstraten in einem Kassettenelement 3 durchgeführt werden können, während ein oder mehrere andere Wafer der Kassette bereits mikroskopisch vermessen werden. Die wesentlich schnellere und örtlich umfassendere makroskopische Messung kann dabei zu einer Vorauswahl der Halbleitersubstrate dienen, die einer weiteren mikroskopischen Messung in der Messeinheit 5 für die Mikro-Dünnschichtmetrologie unterzogen werden müssen. Diese Vorauswahl ist deshalb möglich, weil örtliche Inhomogenitäten für die meisten Prozesse der Dünnschicht-Abscheidung nicht nur mikroskopisch sind, sondern stetig im Bereich von Zentimetern auftreten.
- Fig. 2 zeigt die Vorrichtung 1 in der Draufsicht, wobei die wesentlichen Bestandteile innerhalb des Gehäuses 11 der Vorrichtung 1 schematisch dargestellt sind. Wie bereits in der Beschreibung zu Fig. 1 erwähnt, besteht die Vorrichtung 1 aus einem Gehäuse 11, das eine Grundfläche 12 definiert.

Dem Gehäuse 11 ist mindestens ein Kassettenelement 3 zugeordnet. Im Inneren der Vorrichtung 1 ist ein Transportmechanismus 7 vorgesehen, der die Halbleitersubstrate von dem mindestens einen Kassettenelement 3 zu der Messeinheit 5 für die Mikro-Dünnschichtmetrologie transportiert bzw. überführt. Auf dem Weg vom Kassettenelement 3 zu der Messeinheit 5 für die Mikro-Dünnschichtmetrologie ist mindestens eine Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie vorgesehen. Die Anordnung der Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie ist derart ausgeführt, dass die zu transportierenden Halbleitersubstrate an bzw. unter der Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie vorbei transportiert werden. Die Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie ist z. B. in Form eines Scanners ausgebildet, der eine Lichtzeile auf die Oberfläche des Halbleitersubstrates projiziert und das reflektierte Licht in entsprechender Weise auswertet. Das gescannte Bild des Halbleitersubstrats enthält Reflektivitätsdaten von der gesamten Oberfläche des Halbleitersubstrats. Anhand dieser Daten können dann entsprechende Informationen gewonnen werden, die auf Messorte hindeuten, die genauer mit einer Messeinheit 5 für die Mikro-Dünnschichtmetrologie untersucht werden müssen. Die von der Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie gewonnenen Daten werden dem in der Vorrichtung 1 vorgesehenen Computer zugeführt, der diese Daten dann zur automatischen Ansteuerung der gefundenen Messorte in der Messeinheit 5 für die Mikro-Dünnschichtmetrologie verwendet. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es somit möglich, sowohl die Mikroinspektion als auch die Makroinspektion in einer Vorrichtung durchführen zu können, ohne dabei die Halbleitersubstrate von einer Vorrichtung zur anderen extern transportieren zu müssen.

Fig. 3 ist eine schematische Ansicht eines Halbleitersubstrats 16, das sich in einer Kassette 17 befindet. Die Kassette 17 dient dazu, das Halbleitersubstrat 16 in der Vorrichtung 1 für die Dünnschichtmetrologie zu handhaben bzw. zu transportieren. Die Kassetten 17 für die Halbleitersubstrate 16 sind in dem Kassettenelement 3 unabhängig voneinander gestapelt und können einzeln von dem in der Vorrichtung 1 für die Dünnschichtmetrologie vorgesehenen Transportmechanismus 7 entnommen werden. Auf dem Halbleitersubstrat 16

sind entsprechend Dies 18 strukturiert. In der Vorrichtung 1 für die Dünnschichtmetrologie geht es nun darum, die auf dem Halbleitersubstrat 16 strukturierten Dies und die auf dem Halbleitersubstrat 16 aufgetragenen dünnen Schichten auf deren Qualität hin zu untersuchen. Dabei ist es  
5 besonders wichtig, dass man von dem Halbleitersubstrat 16 eine schnelle Übersicht erhält und eine detaillierte Untersuchung von bestimmten Messpunkten durchführen kann. Dabei beschränkt sich die detaillierte Untersuchung von den bestimmten Messpunkten auf eine Mikro-Dünnschichtmetrologie.

10 Fig. 4 zeigt die bildliche Darstellung eines Halbleitersubstrates 16 in der Kassette 17, wobei das Halbleitersubstrat 16 in der Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie vermessen wurde. In der Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie werden die Dicken von durchscheinenden  
15 Filmen gemessen, die auf dem Halbleitersubstrat 16 aufgebracht sind. Die gemessenen Dicken werden in unterschiedlichen Grauabstufungen bzw. unterschiedlichen Farben auf dem Display 13 der Vorrichtung 1 dargestellt. In Fig. 4 sind die unterschiedlichen Dicken der auf dem Halbleitersubstrat 16 aufgetragenen dünnen Schichten in verschiedenen Grauabstufungen 19  
20 dargestellt. Die Vorrichtung 1 zur Dünnschichtmetrologie kann nun folgendermaßen ausgestattet sein, dass die Koordinaten derjenigen Messorte auf dem Halbleitersubstrat 16 dem Computer 15 zugeführt werden, die einen gewissen Schwellwert hinsichtlich der Grauabstufung bzw. hinsichtlich der Farbgebung überschreiten. Diese Messorte werden dann in der Messeinheit 5  
25 für die Mikro-Dünnschichtmetrologie angefahren und genauer hinsichtlich der möglichen Fehler untersucht.

Fig. 5 zeigt beispielhaft den Vergleich zwischen einer Vorrichtung, die lediglich für die Mikro-Dünnschichtmetrologie geeignet ist und einer Vorrichtung 1 für die Dünnschichtmetrologie, die sowohl die Mikro-Dünnschichtmetrologie als auch die Makro-Dünnschichtmetrologie in einer einzigen Vorrichtung  
30 kombiniert. Dabei gilt es, auf jedem Halbleitersubstrat 16 fünf Punkte 20 zu untersuchen. Die fünf Punkte 20 sind in jeweils fünf verschiedene Dies 18 verteilt. Aus der in Fig. 5 dargestellten Kombination aus einer Messeinheit 5

für die Mikro-Dünnschichtmetrologie und der Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie ist ersichtlich, dass während der Messung in der Messeinheit 5 für die Dünnschichtmetrologie parallel dazu Halbleitersubstrate 16 in der Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie vermessen werden können. Dies ist von besonderem Vorteil, da die Messung in der Messeinheit 5 für die Mikro-Dünnschichtmetrologie einige Minuten dauern kann, so dass mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 ein deutlicher Zeitgewinn erreicht werden kann. Werden z. B., wie in Fig. 5 dargestellt, drei Halbleitersubstrate 16 mit jeweils fünf anzufahrenden Messpunkten 20 in der Messeinheit 5 für die Dünnschichtmetrologie vermessen, so können aufgrund der erfindungsgemäßen Vorrichtung parallel dazu neun Halbleitersubstrate 16 in der Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie vermessen werden. Somit erhält man bei dem gleichen Durchsatz von Halbleitersubstraten 16 in der Messeinheit 5 für die Dünnschichtmetrologie wesentlich mehr Daten, da parallel hierzu Daten in der Messeinheit 9 für die Dünnschichtmetrologie gewonnen werden.

Tabelle 1 zeigt die Anzahl der zusätzlichen Messungen in der Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie, die parallel zu den Messungen an den Halbleitersubstraten in der Messeinheit 5 für die Mikro-Dünnschichtmetrologie durchgeführt werden können.

Anzahl der Halbleitersubstrate an denen eine Mikromessung durchgeführt wird	Vorrichtung mit Mako- und Mikro-Dünnschichtmetrologie	
	Zwei zu vermessende Punkte auf dem Halbleitersubstrat	Fünf zu vermessende Punkte auf dem Halbleitersubstrat
0	4.5 min für alle 25 Halbleitersubstrate im Kassettenelement	4.5 min für alle 25 Halbleitersubstrate im Kassettenelement
1	2 Halbleitersubstrate können makroskopisch vermessen werden (in weiteren 4.3 min sind alle 25 Halbleitersubstrate im Kassettenelement vermessen)	3 Halbleitersubstrate können makroskopisch vermessen werden (in weiteren 4.2 min sind alle 25 Halbleitersubstrate im Kassettenelement vermessen)
2	4 Halbleitersubstrate können makroskopisch vermessen werden	6 Halbleitersubstrate können makroskopisch vermessen werden (in weiteren 3.5 min sind alle 25 Halbleitersubstrate im Kassettenelement vermessen)
5	10 Halbleitersubstrate können makroskopisch vermessen werden	15 Halbleitersubstrate können makroskopisch vermessen werden (in weiteren 2.0 min sind alle 25 Halbleitersubstrate im Kassettenelement vermessen)
10	20 Halbleitersubstrate können makroskopisch vermessen werden (in weiteren 1.3 min sind alle 25 Halbleitersubstrate im Kassettenelement vermessen)	25 Halbleitersubstrate können makroskopisch vermessen werden
25	25 Halbleitersubstrate können makroskopisch vermessen werden	25 Halbleitersubstrate können makroskopisch vermessen werden

Tabelle 1: Anzahl der zusätzlichen Messungen in der Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie bei einer bestimmten Anzahl von Messpunkten, die in der Messeinheit 5 für die Mikro-Dünnschichtmetrologie angefahren und vermessen werden müssen.

Fig. 6 zeigt schematisch die Zuordnung eines in der Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie bestimmten Messortes 22 zu einem entsprechenden Messort 24 in der Messeinheit 5 für die Mikro-Dünnschichtmetrologie. In der Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie wird auf dem Halbleitersubstrat 16 der Messort 22 gefunden, an dem ein gewisser Schwellwert hinsichtlich der Dickenschwankungen der auf dem Halbleitersubstrat 16 aufgetragenen dünnen Schichten überschritten wird. Die entsprechenden X-Koordinaten und Y-Koordinaten des Messpunktes 22 werden bestimmt und an den Computer 15 übertragen. Es ist für einen Fachmann selbstverständlich, dass der Messpunkt 22 eine gewisse flächige Ausdehnung besitzen kann, die ebenfalls an den Computer 15 übermittelt wird. Von dem Computer 15 werden die entsprechenden Daten des Messpunktes 22, der in der Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie gefunden worden ist, an die Messeinheit 5 für die Mikro-Dünnschichtmetrologie übertragen. Das Halbleitersubstrat 16 wird in der Messeinheit 5 die Dünnschichtmetrologie entsprechend ausgerichtet, damit auch der in der Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie gefundene Messort 22 wieder auffindbar ist. Die Ausrichtung kann zum einen derart durchgeführt werden, dass das Halbleitersubstrat 16 in der Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie in der Messeinheit 5 für die Mikro-Dünnschichtmetrologie die gleiche Ausrichtung besitzen. Weicht die Ausrichtung des Halbleitersubstrates 16 in der Messeinheit 9 für die Makro-Dünnschichtmetrologie ab, so kann der Messort 24 in der Messeinheit 5 für die Mikro-Dünnschichtmetrologie durch eine geeignete Koordinatentransformation aufgefunden werden. In der Messeinheit 5 für die Mikro-Dünnschichtmetrologie erfolgt die hochgenaue und präzise Messung mittels eines Mikro-Photometers und/oder eines Mikro-Ellipsometers.

**Bezugszeichenliste:**

	1	Vorrichtung
	3	Kassettenelement
5	5	erste Messeinheit
	7	Transportmechanismus
	9	zweite Messeinheit
	11	Gehäuse
	12	Grundfläche
10	13	Display
	14	Eingabemittel
	15	Computer
	16	Halbleitersubstrat (Wafer)
	17	Kassette
15	18	Dye
	19	Grauabstufung
	20	Punkte
	22	Messpunkt (Makro)
	24	Messpunkt (Mikro)

**Patentansprüche**

1. Vorrichtung (1) zur Dünnschichtmetrologie von Halbleitersubstraten, bestehend aus mindestens einem Kassettenelement (3) für die Halbleitersubstrate und eine erste Messeinheit (5) für die Mikro – Dünnschichtmetrologie, wobei zwischen dem Kassettenelement (3) für die Halbleitersubstrate und der Messeinheit (5) für die Mikro – Dünnschichtmetrologie ein Transportmechanismus (7) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass, in der Vorrichtung (1) im Bereich des Transportmechanismus (7), nach dem Kassettenelement (3) und vor der Messeinheit (5) für die Mikro – Dünnschichtmetrologie eine Messeinheit (9) für die Makro – Dünnschichtmetrologie vorgesehen ist.
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (1) für die Dünnschichtmetrologie von Halbleitersubstraten von einem Gehäuse (11) umschlossen ist, wobei das Gehäuse eine Grundfläche (12) definiert.
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinheit (5) für die Mikro – Dünnschichtmetrologie und die Messeinheit (9) für die Makro – Dünnschichtmetrologie derart im Gehäuse (11) Vorrichtung (1) angeordnet sind, dass die Grundfläche nicht größer ist als die Grundfläche einer Vorrichtung für die Dünnschichtmetrologie, die lediglich eine Messeinheit (5) für die Mikro – Dünnschichtmetrologie enthält.
4. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinheit (5) für die Mikro – Dünnschichtmetrologie ein Mikro-Photometer und/oder ein Mikro-Elipsometer umfasst.
5. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinheit (9) für die Makro – Dünnschichtmetrologie ein Makrophotometer umfasst.



- 5 6. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Transportmechanismus (9) einen Feeder umfasst, der die Halbleitersubstrate von dem Kassettenelement (3) zu der Messeinheit (5) für die Mikro – Dünnschichtmetrologie transportiert.
- 10 7. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in der Vorrichtung (1) für die Dünnschichtmetrologie die Halbleitersubstrate mit dem Feeder zur Zuführung in die Messeinheit (5) für die Mikro – Dünnschichtmetrologie aus dem Kassettenelement (3) ziehbar sind, wobei die Halbleitersubstrate unter der Messeinheit (9) für die Makro – Dünnschichtmetrologie entlangführbar sind, und dass dabei automatisch Meßwerte aufnehmbar sind.
- 15 8. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Halbleitersubstrate Wafer sind.
- 20 9. Verfahren zur Dünnschichtmetrologie gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
- Überführen von Halbleitersubstraten aus mindestens einem Kassettenelement (3) zu einer Messeinheit (5) für die Mikro – Dünnschichtmetrologie, wobei die Halbleitersubstrate an einer Messeinheit (9) für die Makro – Dünnschichtmetrologie entlanggeführt werden;
  - Bestimmen auf den Halbleitersubstraten Messorte an der Messeinheit (9) für die Makro – Dünnschichtmetrologie, die auf den Fehler hindeuten, die näher untersucht werden,
  - Übergeben der ermittelten Messorte an einen Computer (15); und
  - Anfahren der ermittelten Messorte und Durchführen einer detaillierten Messung mit der Messeinheit (5) für die Mikro – Dünnschichtmetrologie.
- 30

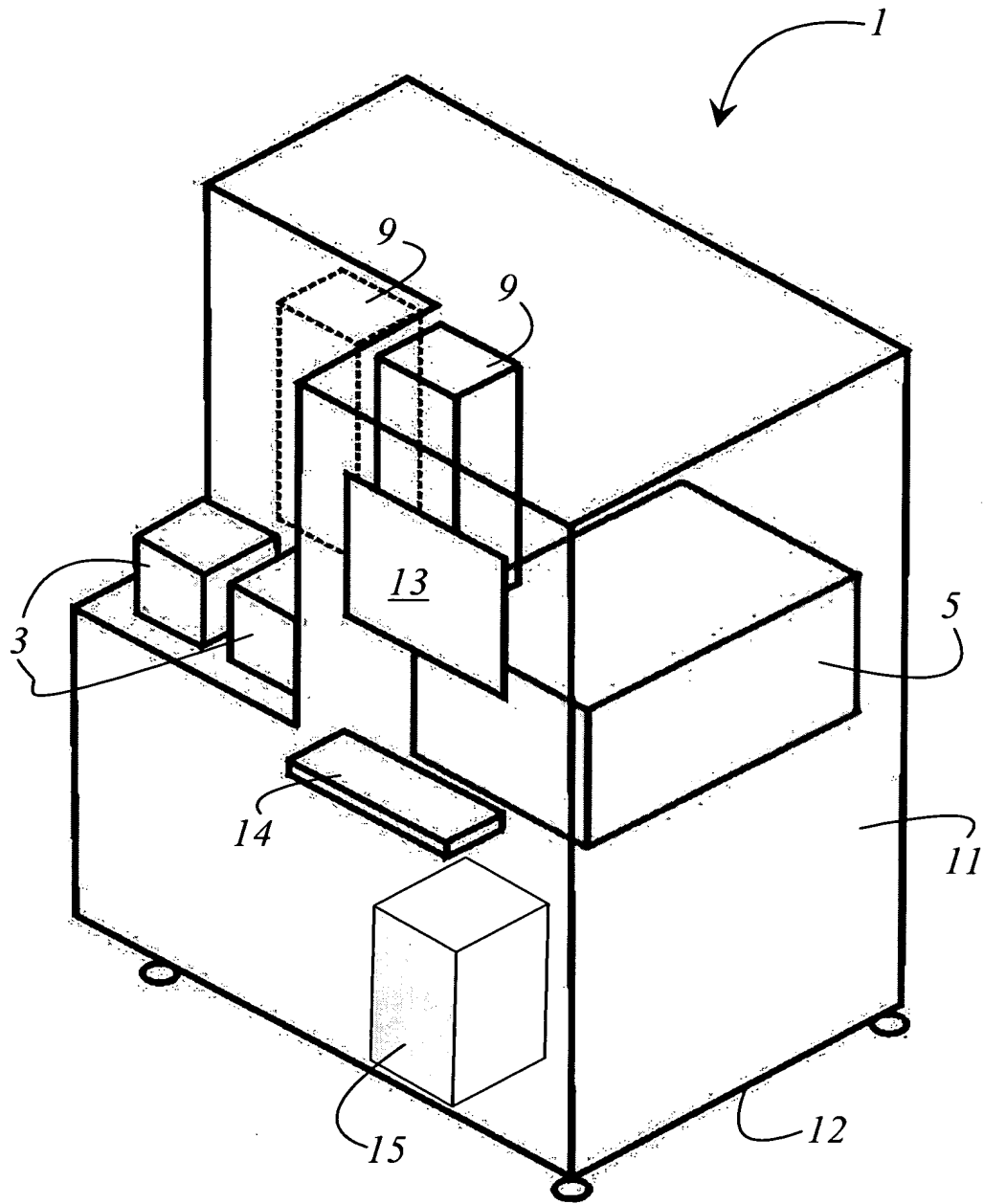
- 5 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die beim Bestimmen ermittelten Messorte als eine Vorauswahl der mit der Messeinheit (5) für die Mikro – Dünnschichtmetrologie zu messenden Halbleitersubstrate verwendet wird, wobei der Messort für die Messeinheit (5) für die Mikro – Dünnschichtmetrologie automatisch übermittelt wird.
- 10 11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass weitere Halbleitersubstrate der Messeinheit (9) für die Makro – Dünnschichtmetrologie zugeführt werden, während ein Halbleitersubstrat in der Messeinheit (5) für die Mikro – Dünnschichtmetrologie mikroskopisch vermessen wird.
- 15 12. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Bestimmen der Messorte auf den Halbleitersubstraten durch die Messeinheit (9) für die Makro – Dünnschichtmetrologie, Messwerte liefern, die durch die Auswertung definierter Kontrollschranken für eine Entscheidung verwendet werden, ob und an welcher mikroskopischer Stelle des Halbleitersubstrats Messungen mit der Messeinheit (5) für die Mikro – Dünnschichtmetrologie durchgeführt werden sollen.
- 20 13. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinheit (5) für die Mikro – Dünnschichtmetrologie ein Mikro-Photometer und/oder ein Mikro-Elipsometer umfasst.
- 25 14. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinheit (9) für die Makro – Dünnschichtmetrologie ein Makrophotometer umfasst.
- 30 15. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Überführen von Halbleitersubstraten aus dem mindestens einen Kassettenelement (3) zu der Messeinheit (5) für die Mikro – Dünnschichtmetrologie mit einem Transportmechanismus (9) durchgeführt wird, wobei der Transportmechanismus (9) einen Feeder umfasst.

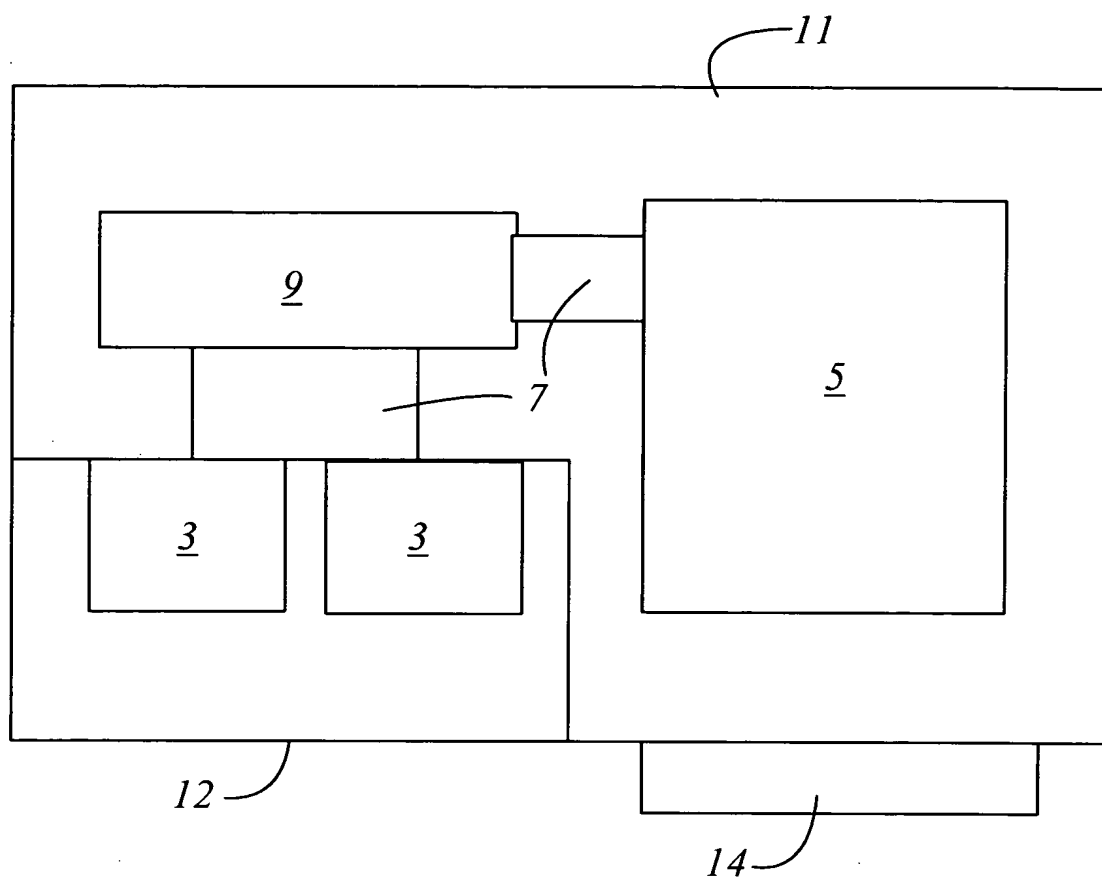
- 5      16.      Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die in der Messeinheit (9) für die Makro – Dünnschichtmetrologie bestimmten Messorte (22) und die in der Messeinheit (5) für die Mikro – Dünnschichtmetrologie entsprechenden Messorte (24) mittel Koordinatentransformation in Beziehung stehen.

### Zusammenfassung

Es ist eine Vorrichtung (1) und ein Verfahren zur Dünnschicht-Metrologie von Halbleitersubstraten (16) offenbart. Die Halbleitersubstrate (16) werden mittels mindestens einem Kassettenelement an die Vorrichtung (1) geliefert bzw. transportiert. In der Vorrichtung (1) ist eine Messeinheit (5) für die Mikro-Dünnschichtmetrologie vorgesehen, wobei die Halbleitersubstrate von dem Kassettenelement (3) zu der Messeinheit (5) für die Mikro-Dünnschichtmetrologie mittels eines Transportmechanismus (7) befördert werden. Im Bereich des Transportmechanismus (7) ist nach dem Kassettenelement (3) eine Messeinheit (9) für die Makro-Dünnschichtmetrologie vorgesehen. Mittels der Messeinheit (9) für die Makro-Dünnschichtmetrologie können schnell Messorte (22) auf dem Halbleitersubstrat gefunden werden, die eine genauere Untersuchung in der Messeinheit (5) für die Mikro-Dünnschichtmetrologie erforderlich machen.

15 Fig. 1

Fig. 1

Fig. 2

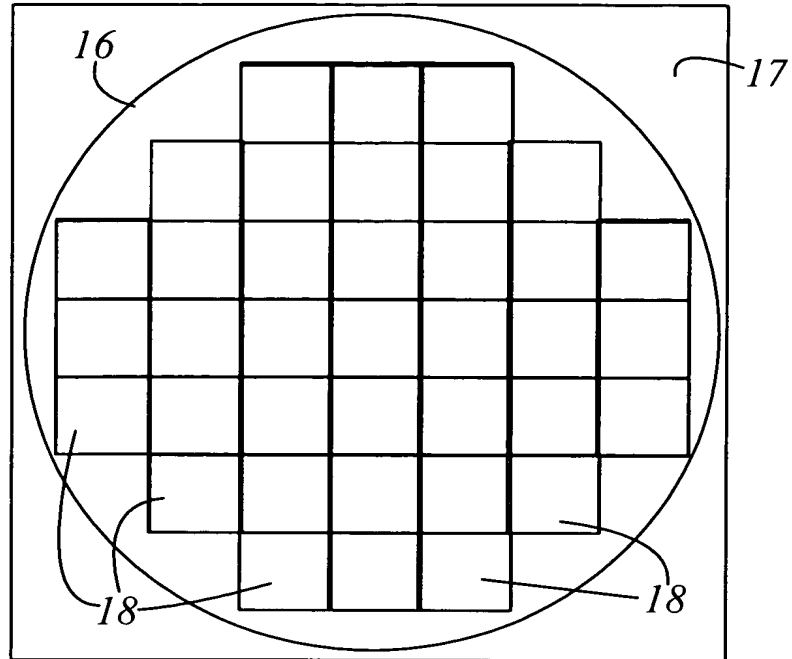


Fig. 3

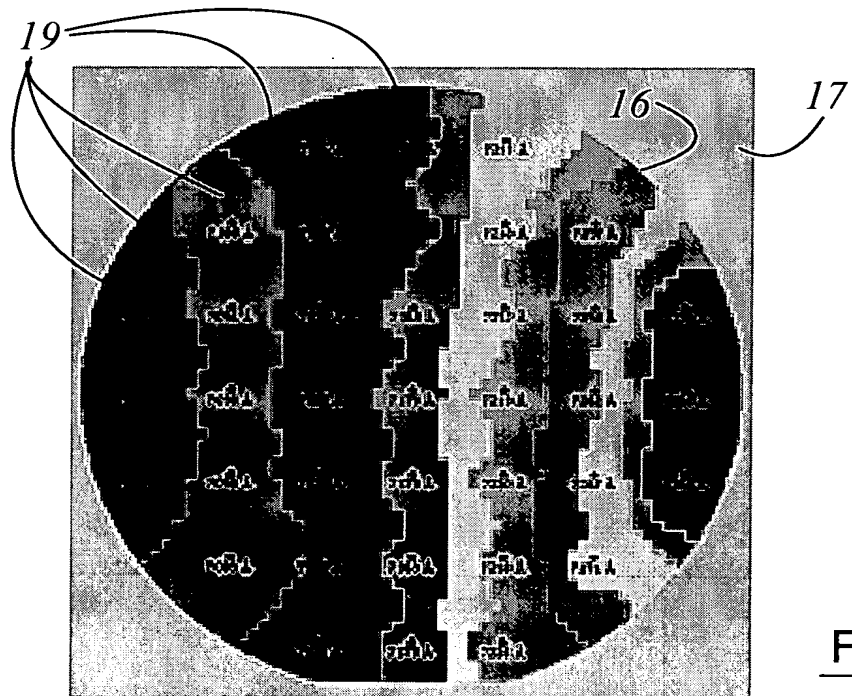


Fig. 4

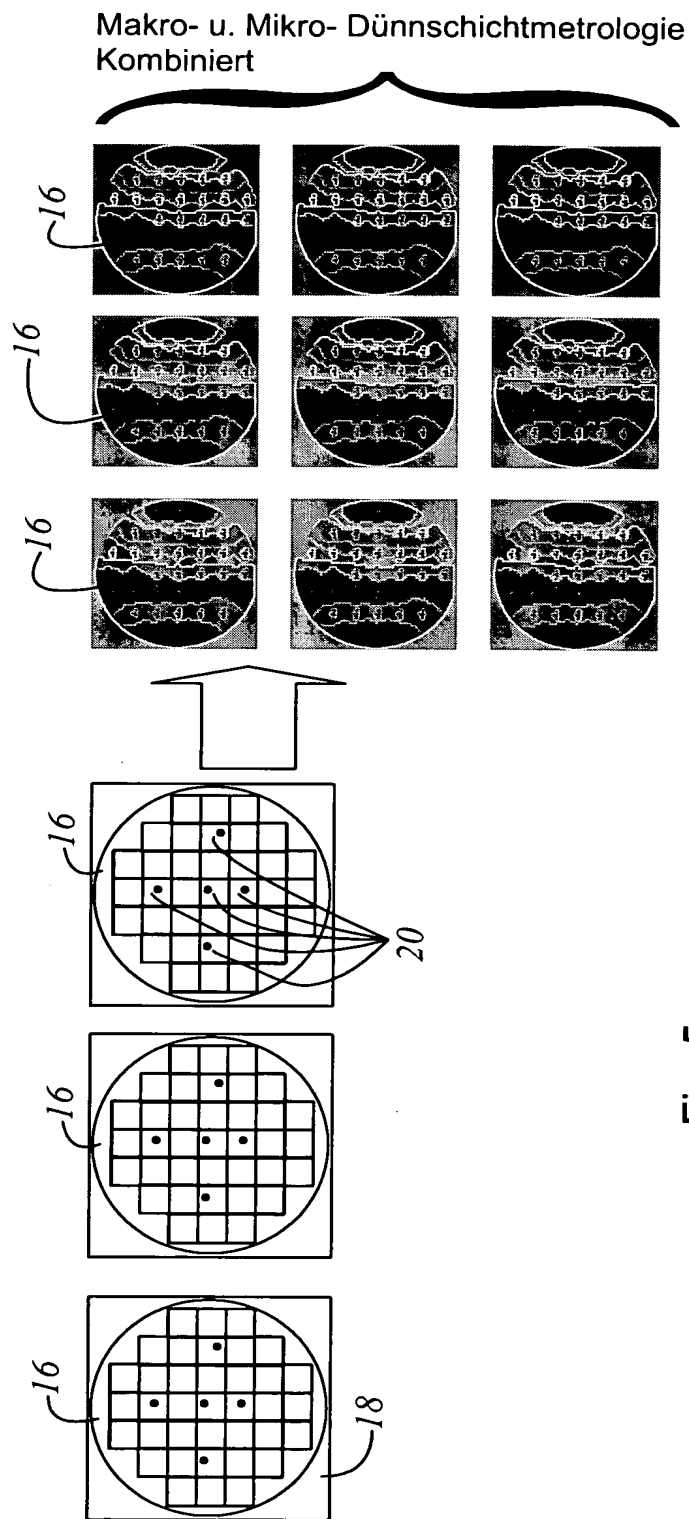
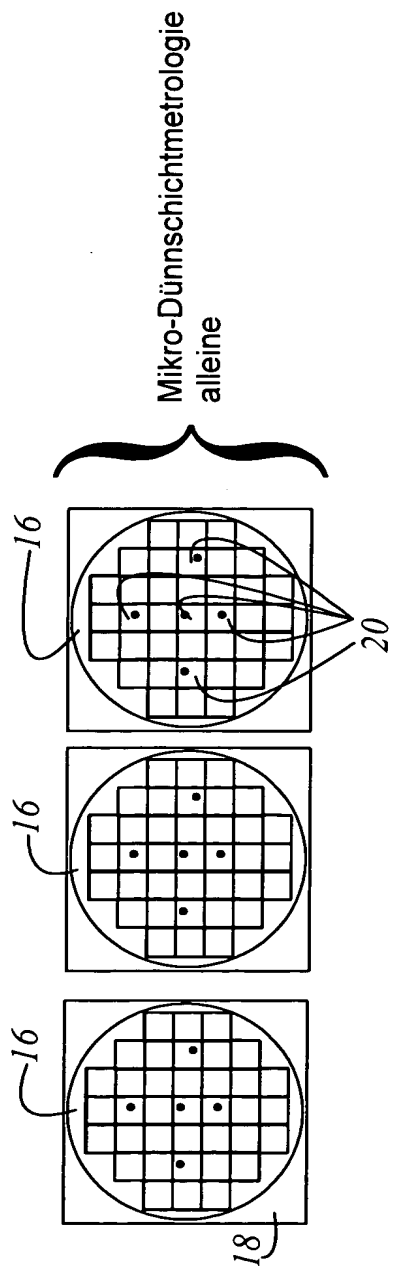
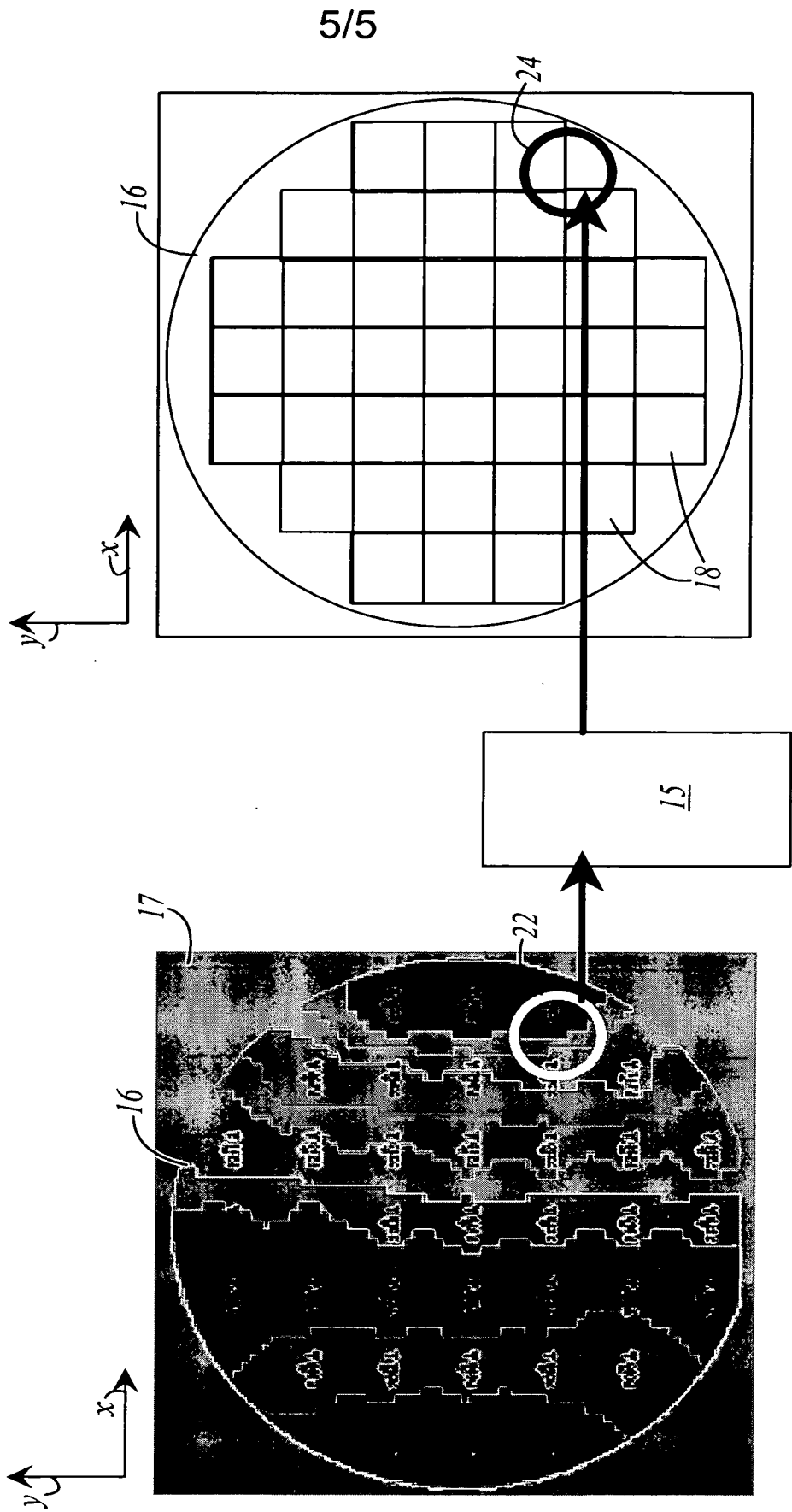


Fig. 5





5/5

Fig. 6